

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SOLARIZADO
EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD
DEL CULTIVO DEL AJO
EN CINCO ALDEAS DE AGUACATÁN , HUEHUETENANGO**

TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR
VALENTIN RODRÍGUEZ ALCÓN

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, Octubre del 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Prof.	Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO	Br.	José Baldomero Sandoval Arriaza
SECRETARIO	Ing. Agr.	Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, Octubre del 2,000

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SOLARIZADO
EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD
DEL CULTIVO DEL AJO
EN CINCO ALDEAS DE AGUACATÁN , HUEHUETENANGO**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,


VALENTÍN RODRÍGUEZ ALCÓN

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Divino maestro por enseñarme el camino de la vida.

MI ESPOSA: P.E.M. Silvia Aurora Divas de Rodríguez, por alentarme y compartir conmigo alegrías y sufrimientos.

MIS PADRES: Matías Rodríguez, Ejemplo de tenacidad y perseverancia.
María Alcón, por su ternura y humildad.

MIS HIJOS: Hansel Valentín, Juan Francisco(†), Juan Francisco, Aurora Ixmucané, Mynor Matías, acto que dedico con mucho amor, que les sirva de ejemplo en sus vidas y que superen esta meta.

MIS HERMANOS: P.E.M Mariano, Dr. Demetrio, T.S. Lucía, P.C. Teodora, Secretaria Patricia y Perito en Mecánica Julio, por su apoyo y ejemplo.

MI SUEGRA: Zoila Aurora viuda de Divas, ejemplo de lucha y tenacidad.

LA TÍA ABUELA DE MIS HIJOS: María del Tránsito Alonso, por su cariño.

MIS CUÑADOS: Byron Francisco, Edna Ileana, Nitza Yadira, Mynor Hermides, Ana Guisela, con aprecio.

MIS CONCUÑOS: Carlos Morales, Byron Gudiel, Angélica de Divas, Lety de Divas por su amistad.

MIS SOBRINOS: Oscar Enrique, Martha Lidia, Sandra Francisca, María Estela, Ana Patricia, Irma Leticia, Demetrio Ixbalanqué, Gabriel Ulises, Kevin Ramiro con cariño.

MI FAMILIA: Con mucho cariño.

MIS AMIGOS: León Cristóbal, Miguel Ceto, Miguel Itzep, José Domingo, Felipe Menéndez, Ing. Agr. Marco Romillo Estrada Muy, Agr. Raúl Gabriel Vargas, Prudencio Mendoza (†), Julio Roberto Velásquez, Edgar Francisco Mérida con mucho aprecio.

TESIS QUE DEDICO

A:

El Pueblo Maya en General y al Maya-Awakateko en particular, cultura enriquecedora de este bello país.

Guatemala, que se consolide la paz y prevalezca la interculturalidad.

Universidad de San Carlos de Guatemala, por siempre Gloriosa y Grande.

Facultad de Agronomía, por forjar profesionales para el Agro Nacional.

Colegio Seminario San José, Sololá, forjador de la moralidad y la ética.

Colegio La Salle, Huehuetenango

Instituto Normal Mixto, Huehueteco "Alejandro Córdova", cuna del espíritu libre y emprendedor.

Huehuetenango

Agricultores Awakatekos

AGRADECIMIENTOS

A:

- **Mi asesor Ing. Agr. Gustavo Álvarez Valenzuela, por su valiosa asesoría, dedicación, comprensión y tiempo brindado en la realización de la presente investigación.**
- **Mi Esposa P.E.M. Silvia Aurora Divas de Rodríguez, estudiante, madre, esposa y trabajadora, vivo ejemplo de la mujer visionaria, persistente y emprendedora, mujer que desechando prejuicios culturales trocó Oratorio por la cultura Awakateka.**
- **A mis guías y maestros: Ing. Agr. Efraín Medina Guerra, Sacerdote Gabriel Rodríguez Hernández e Ing. Agr. Amílcar Gutiérrez Álvarez**
- **Al Programa de Pequeños Productores de la Diócesis de Huehuetenango, por el espacio otorgado.**
- **Al Consejo de Pueblos Mayas de Guatemala, por su apoyo logístico.**
- **Agricultores de Aguacatán, por su anuencia y acogimiento en la parte práctica de la presente investigación.**

CONTENIDO GENERAL

	Página
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 DIFERENCIA ENTRE EFICACIA Y EFICIENCIA	3
3.1.2 EL CULTIVO DEL AJO	3
A. Origen	3
B. Descripción Botánica	3
C. Usos e Importancia	3
D. Variedades	4
E. Zonas de Cultivo en Guatemala	4
F. Época de Siembra en Guatemala	4
G. Distancias de Siembra	4
H. Plagas y Productos Utilizados	5
3.1.3 NEMATODOS	5
3.1.4 NEMATODOS EN AJO	5
3.2 MARCO REFERENCIAL	5
3.2.1 UBICACIÓN	5
3.2.2 CLIMA	6
3.2.3 SUELOS	6
3.2.4 LA TÉCNICA DEL SOLARIZADO	6
A. Esencia del Solarizado y Condiciones de Implementación	6
a. Características del Plástico	7
b. Preparación del suelo	7
c. Humedad del suelo	7
d. Régimen de Radiación Solar	7

e.	Tiempo de permanencia en el terreno	7
B.	Ventajas del Solarizado	8
C.	Desventajas	8
3.2.5	SOLARIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DE NEMATODOS	8
4.	OBJETIVOS	11
4.1	GENERAL	11
4.2	ESPECÍFICOS	11
5.	HIPÓTESIS	12
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
6.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	13
6.1.1	PATÓGENOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	13
6.1.2	DISEÑO EXPERIMENTAL	14
A.	Método de Student con Datos de Parcelas Apareadas	14
B.	Modelo Estadístico	14
6.1.3	TRATAMIENTOS	15
6.1.4	DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	15
6.1.5	DETALLE DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	15
6.1.6	VARIABLES DE RESPUESTA	15
6.2	MONTAJE DEL EXPERIMENTO PARA EVALUAR EL SOLARIZADO	16
6.2.1	SELECCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	16
6.2.2	TRAZO DEL TERRENO Y COLOCACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	16
A.	Trazo	16
B.	Distribución de los tratamientos en el área experimental	16
C.	Colocación del Tratamiento	16
6.2.3	MANEJO AGRONÓMICO	17
A.	Preparación del Suelo	17
B.	Siembra	17
C.	Riego	17
D.	Fertilización	18
E.	Control de Plagas y Enfermedades	18

F.	Control de Malezas	18
6.3	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	18
6.3.1	TOMA DE DATOS PARA ANALIZAR EFICIENCIA DEL SOLARIZADO	18
6.3.2	TOMA DE DATOS PARA ANALIZAR LA TASA MARGINAL DE RETORNO Y LA RENTABILIDAD	19
6.3.3	TOMA DE DATOS PARA ANALIZAR LA ACEPTABILIDAD DE LA TÉCNICA DE SOLARIZADO	19
6.4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	21
6.4.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO	21
6.4.2	ANÁLISIS DE LA TMR Y LA RENTABILIDAD	21
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1	RENDIMIENTO GLOBAL DE AJO EN KG/HA	23
7.1.1	ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE STUDENT	23
7.1.2	RENDIMIENTO POR CLASES DIAMÉTRICAS DE AJO	24
7.2	PRUEBA DE TUKEY RESPECTO A LA INTERACCIÓN, TÉCNICA POR LOCALIDAD DEL ANÁLISIS COMBINADO 2 X 5 EN D.C.A.	28
7.3	ANÁLISIS ECONÓMICO	29
7.3.1	TASA MARGINAL DE RETORNO	29
7.3.2	RELACIÓN BENEFICIO COSTO Y RENTABILIDAD	30
7.4	ACEPTABILIDAD DE LA TÉCNICA DEL SOLARIZADO	31
8.	CONCLUSIONES	33
9.	RECOMENDACIONES	34
10.	BIBLIOGRAFÍA	35
11.	APÉNDICE	37

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 7.1 Rendimiento promedio de ajo por clases diamétricas, obtenido empleando solarizado al suelo y prescindiendo de su uso (testigo) en el municipio de Aguacatán, (media de 5 comunidades evaluadas), Huehuetenango	24
FIGURA 7.2 Incremento porcentual promedio de ajo por clases diamétricas, del solarizado a 8 semanas, respecto al testigo en el municipio de Aguacatán (media de 5 comunidades evaluadas), Huehuetenango	25
FIGURA 7.3 Rendimiento de ajo en Kg/ha del testigo y el solarizado obtenido en cada una de las 5 comunidades evaluadas en el valle de Aguacatán	27
FIGURA 7.4 Respuesta de los agricultores participantes (48 en total por las 5 comunidades), respecto al empleo de la técnica del solarizado en la producción de ajo.	31

INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO 6.1	Poblaciones de nemátodos en el suelo (No./100cc)	13
CUADRO 6.2	Formato de la boleta de encuesta	21
CUADRO 7.1	Resultados del análisis por el método de student del rendimiento en Kg/ha de ajo en 5 comunidades de Aguacatán, Huehuetenango	23
CUADRO 7.2	Prueba de Tukey respecto a la interacción técnica por localidad	28
CUADRO 7.3	Resultado del análisis de dominancia para los tratamientos evaluados	29
CUADRO 7.4	Tasa Marginal de Retorno	29
CUADRO 7.5	Relación Beneficio/Costo y Rentabilidad para cada uno de los tratamientos evaluados (solarizado y testigo) en el valle de Aguacatán, Huehuetenango	30

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SOLARIZADO EN EL INCREMENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DEL AJO
EN CINCO ALDEAS DE AGUACATÁN , HUEHUETENANGO**

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE SOLARIZATION IN THE INCREMENT OF THE
PRODUCTIVITY OF THE CULTIVATION OF THE GARLIC IN FIVE VILLAGES OF
AGUACATÁN, HUEHUETENANGO**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal, evaluar la eficiencia de la técnica del solarizado en el cultivo del ajo para en cinco comunidades del municipio de Aguacatán.

Se evaluaron dos métodos, el primero cubriendo el suelo con nylon ecocontrol de 125 milésimas durante 8 semanas previo a la siembra del ajo y el segundo método basándose en la tecnología del agricultor (sin plástico). En cada una de las cinco comunidades se instalaron parcelas comparativas, una con el tratamiento de solarizado y la otra con el testigo.

El experimento se montó en terrenos de los agricultores y se difundió en sus aspectos técnicos y financieros a las instituciones crediticias Cooperativa de Ahorro y Crédito "La Encarnación R.L. y BANRURAL; instituciones de transferencia de tecnología y capacitación (Programa de Pequeños Productores de Huehuetenango); y los comités de agricultores de cada una de las cinco comunidades donde se instaló el experimento.

Se cultivó el ajo en el mes de septiembre de 1,999 y se cosechó en el mes de marzo del año 2,000; al momento de la cosecha se midió el rendimiento de ajo en kilogramos por hectárea, las clases diamétricas de ajo, los costos de cada uno de los tratamientos, además se realizó una encuesta sobre la aceptación de la técnica por parte de los 48 agricultores que participaron en el proyecto.

Según los resultados obtenidos, el empleo de solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del ajo incrementa el rendimiento en un 57 por ciento (10,310.53 Kg/ha) respecto al testigo (6,536.28 Kg/ha) y proporciona una rentabilidad de 24.78 por ciento; si no se emplea solarizado en la siembra del ajo se tiene una pérdida de 23 centavos por cada quetzal que se invierte en la producción de ajo. Con estos resultados el 100 por ciento de los agricultores coinciden que emplear el solarizado en la producción de ajo es bueno.

En tal sentido para obtener el máximo rendimiento, mejores clases diamétricas de ajo y mayor rentabilidad, se recomienda emplear como solarizado película de nylon ecocontrol durante 8 semanas previo a la siembra del ajo en el Valle de Aguacatán.

I. INTRODUCCION

Aguacatán es el municipio que se caracteriza por la producción de ajo, cultivo del cual depende su economía y que genera ingresos anualmente al comercializarlo en el mercado interno y externo.

En los últimos años ha sido notoria la merma en la producción de ajo debido a los efectos de agentes fitopatógenos que se encuentran en el suelo, manejo monocultivista que se le ha dado, y que por la alta densidad de siembra del ajo se hace difícil su control.

Uno de los pocos estudios en control de plagas en ajo en Aguacatán lo realizó Urizar 1996 (15), respecto al control de nemátodos asociados al cultivo del ajo; dicho estudio revela que utilizando solarizado durante 8 semanas se obtienen 9,657 Kg/ha. de ajo en contraste con la producción bajo las condiciones del agricultor o testigo absoluto, para la que se obtuvo una producción de 3,727 Kg/ha. de ajo.

En tal sentido se evaluó la técnica de solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del ajo y el testigo sin solarizado en cinco comunidades de Aguacatán, Huehuetenango; además de evaluar el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de ajo, también se evaluó la aceptación de la técnica de solarizado por parte de los agricultores de las comunidades bajo estudio, para lo cual se les informó acerca del proyecto en sus aspectos técnicos y financieros y participaron en el montaje del experimento y duración.

Resultado de la presente investigación realizada en las cinco aldeas productoras de ajo de Aguacatán, Huehuetenango se establece que al utilizar solarizado durante 8 semanas previo a la siembra de ajo se obtiene un rendimiento de 10,310.53 Kg/ha, dato que sobrepasa al rendimiento obtenido en el testigo (6,536.28 Kg/ha) en un 57.10 %. Al cultivar el ajo utilizando solarizado se obtienen más ajos de primera calidad y menos ajos de clase diamétrica 9 y tipo molinillo.

Se confirma lo obtenido por Urizar al llegar a valores muy cercanos en rendimiento (9,657 Kg/ha, Urizar 1,998) y el presente estudio (10,310.53 Kg/ha, marzo 2,000).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad productiva principal de la población del Municipio de Aguacatán es el cultivo del ajo (5); pero en los últimos años ha mermado la productividad debido a patógenos del suelo.

Para el control de plagas del suelo, en el cultivo del ajo, los agricultores aplican pesticidas pero no han obtenido resultados satisfactorios, además de que contaminan el ambiente y resulta oneroso para los productores.

En un estudio de evaluación del solarizado realizado por Urizar dirigido a los nemátodos en la aldea La Barranca (15) se observó que el solarizado a 8 y 6 semanas es efectivo para el control de nemátodos e incrementa la productividad del ajo; éste trabajo a nivel experimental necesita un proceso de validación de la técnica mencionada.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 DIFERENCIA ENTRE EFICACIA Y EFICIENCIA

La **eficacia** es la consecución de objetivos, es un logro de los efectos deseados sin importar los recursos que se empleen ni los costos en que se incurra; en tanto que la **eficiencia** es, la obtención de los fines con la mínima cantidad de recursos, el logro de objetivos al menor costo u otras consecuencias no deseadas (11).

3.1.2 EL CULTIVO DEL AJO (Allium sativum)

A. Origen

El ajo es originario de Kirgiz, en Siberia y Zungaria, región desértica de China Occidental. Se difundió luego al lejano oriente y Europa (7).

A América Central y América del Sur se introdujo después de la conquista y a América del Norte lo trajeron los colonos franceses a la región de Nueva Orleans (7).

B. Descripción Botánica

Hierba perenne, forma un bulbo redondo compuesto de gajos. Tallo cilíndrico de 50 cm, hojas escasas de 30 cm de largo, planas en su mitad inferior, al florecer se encorva hasta formar un círculo. Flores escasas en un ramillete floral membranoso, color lila, 6 estambres más cortos que la cubierta de la flor, tres de ellos son apéndices laterales a ambos lados de la punta de la antera; a veces las flores son reemplazadas por bulbitos. Bulbo compuesto de 4 a 6 gajos de sabor acre y picante (7).

C. Usos e Importancia

Se usa universalmente como condimento aromático para casi todas las comidas y también como medicamento. Por ello, es un cultivo de gran importancia económica para varios países americanos y europeos que lo explotan, tales como México, Perú, Argentina, Italia y España (7).

Villatoro (17) indica que en el valle de Aguacatán existen 15 sistemas de finca, siendo el predominante maíz-ajo en relevo, porcino y aves. Además el cultivo de ajo forma parte de la mayoría de finca restantes. El subsistema ajo tiene una eficiencia de 1.67 proporcionando al agricultor el 85 por ciento de los ingresos

monetarios, por lo que es el componente que permite la compra de casi toda la energía y bienes utilizados en el sistema de finca.

En el subsistema ajo se utiliza el 84 por ciento de la mano de obra contratada y el 68 por ciento de la mano de obra familiar y además emplea el 84 por ciento de los insumos (17).

D. Variedades

La variedad que se cultiva en Aguacatán por su resistencia a las plagas y adaptación al clima es la variedad criolla, que según el MAGA (7) es producida en el país desde hace muchos años, es del tipo egipcio. Sus ajos son de color blanco de magnífica calidad industrial y tienen regular demanda en el mercado cuando están frescos debido principalmente al tamaño y abundante número de dientes.

E. Zonas de Cultivo en Guatemala

En Guatemala el ajo se cultiva principalmente en los municipios de Aguacatán y Chiantla (Huehuetenango) y Sacapulas del departamento de El Quiché. En pequeña escala se planta en algunos municipios de Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá y Guatemala (7).

F. Época de Siembra en Guatemala

La siembra se efectúa en los meses de septiembre a diciembre, prefiriéndose el período que transcurre entre la primera quincena de octubre y la segunda de noviembre (7).

G. Distancias de Siembra

La siembra puede hacerse en tablones de 20 o más metros de largo, 15 centímetros de alto, 1.40 metros de ancho, con separación de 40 centímetros entre tablones (7).

La siembra se efectúa a lo ancho del tablón en hileras distanciadas 20 centímetros una de otra. En cada hilera se colocan los dientes con la punta hacia arriba, distanciados 10 a 12 centímetros y a una profundidad de 3 centímetros (7).

También puede sembrarse en camellones levantados 20 centímetros de 25 centímetros de ancho, los camellones pueden dejarse 40 centímetros entre sí.

En el canellón se siembran dos hileras de plantas, separadas 20 centímetros entre si y en cada hilera se coloca un diente cada 10 a 12 centímetros, con la punta hacia arriba y enterrado 3 centímetros (7).

H. Plagas y Productos Utilizados

Según MAGA (7), para el combate de nemátodos puede usarse Curater, Furadán, Dasanit, Nemacur o Mocap. Aplicar 60 a 80 libras por manzana sobre las hileras de plantas; una onza y media por cada 10 metros de hilera. Se aplican al momento del transplante o diez días con el fertilizante.

3.1.3 NEMATODOS

Todos los nematodos fitoparásitos pertenecen al Phylum Nemata. La mayoría de los géneros parásitos importantes pertenecen al orden Tylenchida, y algunos pertenecen al orden Dorylaimida (1).

3.1.4 NEMATODOS EN AJO

Según las conclusiones del estudio de Urizar (15) existen tres géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del ajo Allium sativum, los cuales son: Helicotylenchus, Tylenchus y Tylenchorhynchus.

El género Helicotylenchus según el estudio de Urizar (15) presentó una densidad de población promedio de 127.3 nematodos por 100 cc de suelo y 13.7 nematodos por un gramo de material vegetal. El género Tylenchus con 131 nematodos por 100 cc de suelo y en el material vegetal de 12.4 nematodos por un gramo. Con la menor densidad de población Tylenchorhynchus reportando 29.3 nematodos por 100 cc de suelo y 2.1 nemátodos por un gramo de material vegetal (15).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 UBICACIÓN

El área corresponde a las aldeas Petzal, La Barranca, El Cantón Aguacatán, Río San Juan y Río Blanco Chiquito del municipio de Aguacatán, Huehuetenango, en el valle central de la comunidad, donde se cultiva ajo. Se encuentra en el trayecto a la cabecera departamental de Huehuetenango. Dista de ésta 21 kilómetros.

3.2.2 CLIMA

La altitud es de 1,500 msnm con una precipitación promedio anual de 1,027 mm, la temperatura media anual es de 17.7 °C, una máxima en abril de 28.45 °C y la mínima en enero de 5.92 °C. Holdridge,(2), clasifica la región como zona de vida de Bosque Montano Seco.

Según De León (10), en los meses de diciembre y enero se dan bajas temperaturas, 7.0 °C y 5.9 °C respectivamente, no afectando significativamente las plantaciones de ajo, en dicho período ocurren lloviznas que han ocasionado daños en el cultivo.

3.2.3 SUELOS

Según Simmons (13), los suelos del valle de Aguacatán pertenecen a la división fisiográfica de la Altiplanicie Central. La serie de suelos dominantes son: Sacapulas y Chixoy. La serie Sacapulas se caracteriza por ser poco profundos o superficiales, bien drenados, desarrollados sobre granito suaves y en un clima de seco a húmedo, apreciación textural liviana; la reacción es ligeramente ácida, pH entre 6 a 6.5. El suelo superficial tiene una profundidad aproximada de 5 cm es franco arenoso, suelto de color café grisáceo oscuro. Los suelos Chixoy se caracterizan por ser poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre caliza fragmentada en clima húmedo son de textura franco arcillosa.

3.2.4 LA TÉCNICA DEL SOLARIZADO

A. ESENCIA DEL SOLARIZADO Y CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN

El principio básico sobre el cual se basa la solarización reside en la tolerancia a los cambios de temperatura de los organismos nocivos del suelo, los cuales tienen carácter mesofílico, es decir, no soportan temperaturas por encima de los 31 - 32 grados centígrados por lo que su eliminación es factible si se logran tales niveles térmicos en el suelo (9).

Este método fue ensayado y propuesto por primera vez por Katan en Israel, es un proceso hidrotérmico que crea condiciones de altas temperaturas en el suelo, lo que resulta principalmente en el período de presiembr a o preplantación para controlar un buen número de plagas del suelo (9).

Las condiciones, para que la solarización del suelo tenga un control adecuado de las plagas, son las siguientes:

a. Características del plástico

Generalmente se utilizan películas transparentes de polietileno aunque en algunos casos las de color negro se han utilizado con el mismo fin. El polietileno, es el plástico mas recomendado, ya que permite mayor paso de la radiación solar (4). La mayoría de experiencias en solarización demuestra que los plásticos mas delgados son mas eficientes que los gruesos debido a que se adhieren mejor a la superficie del suelo y evitan la presencia de bolsas de aire que ocasionarían el enfriamiento del mismo (11).

b. Preparación del suelo

Es indispensable evitar la presencia de agregados y terrones grandes que formen bolsas de aire que enfríen el suelo. Si se quiere evitar esto, la preparación del suelo debe ser cuando éste esté húmedo, lo cual permite un desmenuzamiento adecuado de los terrones. La absorción de la radiación por el suelo y consecuentemente el calentamiento del mismo es mayor, si la película de plástico se encuentra estrechamente unida al suelo con un mínimo de espacio entre el plástico y el suelo (11).

c. Humedad del suelo

Los suelos húmedos, ya sea irrigados antes o después de la colocación del plástico incrementan la sensibilidad térmica de la microflora y microfauna del suelo, así como la transmisión del calor del suelo (11). La solarización del suelo es mas efectiva cuando el suelo tiene una saturación del 70% o mas de su capacidad (3).

d. Régimen de radiación solar

Uno de los factores que mayor impacto van a mostrar sobre la eficiencia de la técnica de solarización es, sin lugar a dudas la cantidad de radiación solar disponible en la región; en forma general se puede establecer que a mayor intensidad de la radiación solar se obtiene una mayor temperatura del suelo y consecuentemente se puede esperar una drástica reducción en los niveles de hongos fitopatógenos (11).

e. Tiempo de permanencia en el terreno

Se a observado que existe una correlación positiva entre tiempo de exposición de las películas plásticas y control de microorganismos y plagas del suelo. En condiciones de intensa radiación solar, se requiere únicamente de 10 a 15 días de solarización para una desinfección adecuada del suelo (11). Aunque como lo

indica Elmore (3), algunos organismos relativamente resistentes al calor pueden requerir hasta 8 semanas para su control.

B. VENTAJAS DEL SOLARIZADO

Las ventajas del método son: sencillo en su aplicación, de buena aceptación, de bajo costo para el pequeño agricultor, no crea problemas de contaminación como la aplicación de los agroquímicos, el plástico puede reutilizarse, aplicable a cualquier tipo de suelo y compatible con otros métodos (6).

Se ha comprobado que la solarización hace más accesibles los nutrientes del suelo a las plantas e incrementa relativamente las poblaciones de bacterias del género Bacillus que favorecen el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas cultivables (6).

C. DESVENTAJAS

- a. Su uso se restringe a climas o áreas con veranos calurosos.
- b. Es necesario dejar el terreno libre de cultivo en un período de 4 a 8 semanas.
- c. Hay acumulación de plástico en grandes cantidades cuando se aplica en extensiones muy grandes.
- d. Algunas enfermedades no son controladas o su control es difícil con la solarización del suelo.
- e. Cuando las cubiertas plásticas son aplicadas en bandas no hay control de plagas en los surcos entre las bandas.
- f. Su costo puede ser inaccesible para pequeños agricultores que practican agricultura de subsistencia (9).

3.2.5 SOLARIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DE NEMATODOS

La solarización del suelo puede ser usada en el control de muchas especies de nematodos; sin embargo, la solarización del suelo no siempre es tan efectiva en el control de nematodos como lo es con los hongos y malezas. Los nematodos son móviles y pueden colonizar rápidamente el suelo (3).

El uso de la solarización para el control de nematodos ha sido ampliamente estudiada en diferentes países y para diferentes géneros y especies de nematodos, sin embargo, la mayor parte de estudios se han inclinado hacia especies de Meloydogine. Los resultados para este género han sido muy variables y van desde los pobres hasta los muy efectivos. Otros nematodos en los cuales se ha evaluado el solarizado incluyen a Pratylenchus spp., Ditylenchus dipsaci (kuhn), Heterodera spp., Rotylenchulus reniformis (Linford &

Oliveira), Tylenchorhynchus spp. Macroposthonia spp., y Trichodorus spp., entre otros. El control de nematodos con solarizado ha sido más efectivo cuando se integra con otros métodos, que cuando se aplica solo (4).

En arveja china, se reporta el control de Meloidogyne, Xifinema, Longidorus, Aphelenchus, Aphelenchoides y Tylenchus, usando solarizado del suelo (6).

La solarización del suelo es un método no convencional de control de plagas del suelo, el cual utiliza la radiación solar con el fin de aniquilar varios organismos nocivos en el suelo, tales como hongos, larvas de insectos, nematodos y semillas de malezas. El método desarrollado en Israel y dado a conocer en los años de la década del 70, se ha venido aplicando cada vez mas en cultivos de campo. El método como tal es técnicamente efectivo, económicamente factible en determinadas áreas y condiciones y ambientalmente compatible (9).

La solarización consiste en la utilización de mantas plásticas (de polietileno) transparentes, las que se disponen sobre la superficie del suelo ya preparado y húmedo. La manta se deja por espacio de 30 a 45 días para así absorber la radiación solar y crear un ambiente de altas temperaturas en el suelo, que sirven para desarrollar la actividad de control de plagas. Pasado el período indicado el suelo se descubre y se procede a la siembra o plantación. El método, además de su efecto de control de plagas, también hace accesibles los macroelementos del suelo a las plantas cultivables (6).

En el medio oriente el método se utiliza bastante para la producción de hortalizas, así como en algunas zonas de Asia. La mayor experiencia en América se posee en California, Estados Unidos, aunque se sabe que México ha introducido esta práctica en determinados cultivos y zonas del país (11).

La solarización es tan eficaz para el tratamiento de camas de espárragos como otros desinfectantes del suelo por ejemplo: bromuro de metilo (24 horas de exposición), Metham-sódico y dazomet (9).

La solarización es un método alternativo de desinfección del suelo, factible de utilizar en programas de manejo integrado de plagas, dado su efecto sobre algunos de los principales enemigos de los cultivos agrícolas y su inocuidad al ambiente.

Desde hace algunos años se comenzó a estudiar este método en Cuba con vistas a valorar sus ventajas y desventajas bajo las condiciones dirigido principalmente a organismos del suelo con fuerte impacto en la agricultura como son las malezas, nemátodos y hongos (4).

La evaluación del método de solarización y su introducción posterior en la práctica agrícola puede significar un paso adelante en la reducción del uso de plaguicidas químicos, con la siguiente reducción de costos y menor efecto adverso al ambiente (4)

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

1. Determinar la eficiencia, la rentabilidad y la aceptación por parte de los agricultores, de la técnica del solarizado en el cultivo del ajo en 5 aldeas de Aguacatán, Huehuetenango.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la eficiencia de la técnica del solarizado en el control de plagas del suelo manifestada en el incremento de la productividad del ajo a nivel comercial en 5 comunidades de Aguacatán, Huehuetenango.
2. Determinar la rentabilidad de la producción comercial de ajo utilizando la técnica del solarizado y compararla con la de la producción tradicional de ajo.
3. Determinar la aceptación de la técnica del solarizado por los agricultores del área bajo estudio, como práctica cultural en el proceso de producción de ajo a nivel comercial.

5. HIPOTESIS

1. **El solarizado es una técnica eficiente para el control de plagas del suelo en el cultivo de ajo, lo que permite obtener mayor productividad.**
2. **La rentabilidad del cultivo de ajo a nivel comercial es superior utilizando la técnica del solarizado como método de control de plagas del suelo y aumento notable en la productividad del cultivo del ajo.**
3. **Los productores de ajo aceptan la técnica del solarizado como práctica cultural para el control de plagas del suelo y aumento de la productividad del cultivo del ajo.**

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La evaluación se llevó a cabo en cinco comunidades del valle de Aguacatán, Huehuetenango, en terrenos que anteriormente se han dedicado al cultivo de ajo. Las comunidades son:

- Aldea Petzal
- La Barranca
- Cantón Aguacatán
- Río San Juan
- Río Blanco Chiquito

6.1.1 PATÓGENOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Urizar (15), en el estudio que sustentó las bases para la presente investigación reporta que en Aguacatán, Huehuetenango, se encuentran asociados al cultivo del ajo los siguientes fitopatógenos del suelo (Cuadro 6.1):

Cuadro 6.1 Poblaciones de nemátodos en el suelo (No./100 cc)

FITOPATÓGENO	TÉCNICA	MUESTREOS				
		1	2	3	4	5
<i>Helicotylenchus</i> sp.	Solarizado	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Testigo	17.00	40.00	51.00	14.00	72.00
<i>Tylenchus</i> sp.	Solarizado	15.00	45.00	36.00	57.00	22.00
	Testigo	15.00	125.00	85.00	126.00	36.00
<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	Solarizado	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Testigo	12.00	40.00	0.00	14.00	0.00

Gutiérrez (8) en 1,999 en el Cantón Aguacatán, Huehuetenango encontró además de los géneros de nemátodos que encontró Urizar (15), también los géneros ***Pratylenchus* sp.** y ***Meloidogyne* sp.** asociados al cultivo del ajo.

Us (16) en el estudio de la presencia e incidencia de hongos fitopatógenos asociados al cultivo del ajo en Aguacatán, Huehuetenango concluye que: Los géneros de hongos fitopatógenos que afectan el cultivo de

ajo Allium sativum L., en Aguacatán son: Rhizoctonia sp., Fusarium sp., Peronospora sp., y Alternaria sp.

6.1.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

A. Método de Student Con Datos de Parcelas Apareadas

Partiendo de que se comparó la producción de ajo de los dos tratamientos (testigo absoluto y solarizado a 8 semanas), se utilizó el método de Student con datos de parcelas apareadas; éste método se utiliza cuando se tienen únicamente dos tratamientos por comparar; es recomendable bajo las siguientes circunstancias:

- a) Cuando las unidades experimentales o parcelas o el suelo son muy heterogéneos, pero hay similitud entre parcelas contiguas o las unidades experimentales están correlacionadas.
- b) Cuando se tiene un reducido número de unidades experimentales.
- c) Cuando es posible aparear (12).

El método consistió en aparear unidades experimentales contiguas o muy similares en cada aldea y aplicar a cada una el tratamiento en estudio, haciendo la aplicación por sorteo; se emplearon 5 pares de unidades experimentales (un par en cada comunidad) luego se estudió las diferencias entre los pares, considerando a dichas diferencias como muestra de una población.

B. Modelo estadístico:

$$H_0 M_d = 0$$

$$H_a M_d \neq 0$$

Donde:

M_d = Diferencia de los promedios entre el testigo y el solarizado.

$$t = (d/S_d)$$

d = Promedio de las diferencias del rendimiento en kilogramos por hectárea entre el testigo y el solarizado de las 5 comunidades.

S_d = Error estándar de la media de las diferencias entre rendimiento en Kg/Ha del testigo y el solarizado.

$t_{0.01}$ = Valor de t calculado.

6.1.3 TRATAMIENTOS

Se evaluó un tratamiento para el control de plagas del suelo en el cultivo de ajo:

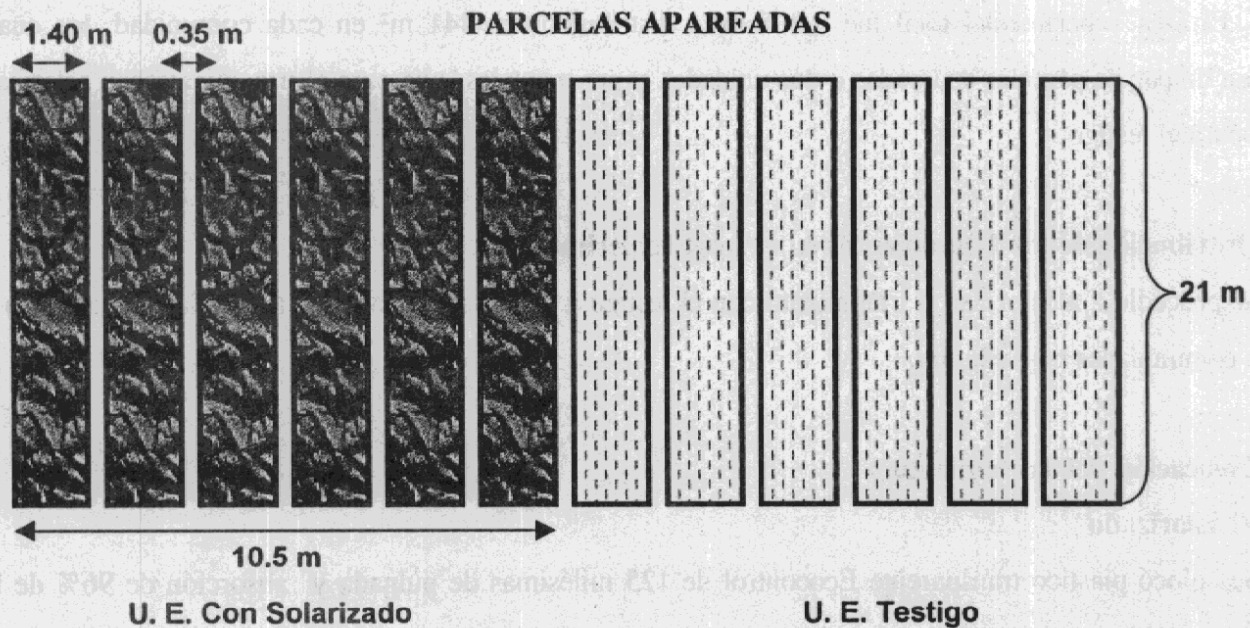
- T1 = Solarizado durante ocho semanas. ➤ T2 = Testigo (Condiciones del agricultor)

6.1.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Se preparó una unidad experimental (parcela comparativa) de cada tratamiento por cada comunidad bajo estudio, es decir 10 unidades experimentales en total.

6.1.5 DETALLE DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental fue constituida por la parcela neta de 10.5 por 21 metros (220.5 m²). Cada unidad experimental consistió de 6 tablones de 1.40 metros de ancho por 21 m de largo y separados entre sí por una calle de 0.35 metros. En cada comunidad se establecieron dos unidades experimentales contiguas que suman un área de 441 m² (21 m x 21 m).



6.1.6 VARIABLES DE RESPUESTA

- A. Rendimiento en kilogramos por hectárea de ajo
- B. Calidad del Ajo por clases diamétricas.
- C. Rentabilidad.
- D. Aceptación de la técnica del solarizado por parte de los agricultores.

6.2 MONTAJE DEL EXPERIMENTO PARA EVALUAR EL MÉTODO DE SOLARIZADO

6.2.1 SELECCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Se seleccionó el área experimental en cada una de las cinco comunidades tomando en cuenta los factores siguientes:

- A. Que estuviera ubicada en un área de fácil acceso y con cultivo de ajo.
- B. Que en años recientes se haya cultivado ajo (1,997 - 1,998).
- C. Que haya tenido bajo rendimiento en la última cosecha.
- D. Que tenga antecedentes de incidencia de nematodos.
- E. Que fuera representativa del valle central de Aguacatán, con sus características físicas similares a la mayoría de los terrenos que se dedican a la producción de ajo.

6.2.2 TRAZO DEL TERRENO Y COLOCACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

A. Trazo

Se procedió al trazo de las unidades experimentales (parcelas comparativas) en cada comunidad en estudio. El área experimental total fue 2,205 m², distribuidos en 441 m² en cada comunidad, los cuales conforman un par de parcelas apareadas o dos unidades experimentales, una para el tratamiento con solarizado y la otra para el testigo.

B. Distribución de los Tratamientos en el Área Experimental

Se procedió a aleatorizar el tratamiento con el testigo a cada par de parcelas apareadas en cada una de las cinco comunidades bajo estudio.

C. Colocación del Tratamiento

a. El solarizado

Se colocó plástico transparente Ecocontrol de 125 milésimas de pulgada y absorción de 96% de luz solar.

Para su colocación se procedió de la siguiente manera:

- i. Se elaboró una zanja de 0.20 m de profundidad alrededor de la unidad experimental asignada para el tratamiento, se realizaron otras zanjas a 1.20 en la misma orientación donde se colocarían posteriormente los tabloncillos.

- ii. Se colocó sobre el área de la unidad experimental hasta llegar a la zanja de 0.20 m de profundidad las bandas de plástico, se tapó con tierra el plástico dentro de la zanja, se tuvo especial cuidado de tensar muy bien el plástico.

Una vez colocada la primera banda de plástico de 1.40 metros de ancho, se colocó otra banda sobre la primera haciendo coincidir el borde libre de ésta con el borde de la segunda. Luego se tensó y se taparon ambas bandas de plástico con tierra, luego se volteó la segunda banda hacia la tercer zanja y se le colocó otra banda para enterrar ambos bordes y así sucesivamente con todas las bandas de manera que no quedó suelo descubierto.

- iii. Las unidades experimentales con solarizado, en cada una de las cinco comunidades permanecieron con el plástico por un período de ocho semanas, antes de la siembra del ajo.

6.2.3 MANEJO AGRONÓMICO

A. Preparación del Suelo

El suelo se preparó realizando un picado del rastrojo presente del cultivo anterior, posteriormente se incorporó al suelo ese rastrojo. Se aró empleando una yunta de bueyes y posteriormente se procedió al "rayado" o señalización de los tablones.

B. Siembra

El ajo se sembró en tablones de 0.20 metros de alto por 1.40 metros de ancho con una separación de 0.35 metros entre tablones. Sobre el tablón se sembró en hileras transversales separadas a 0.12 metros, en cada hilera las posturas a 0.10 metros una profundidad de 0.03 metros.

Luego se realizaron todas las labores culturales y de manejo de control de plagas y enfermedades (así como fertilización y riegos, hasta la cosecha) como se menciona a continuación:

C. Riego

El agua para riego fue conducida por gravedad en canales de tierra por medio de la red de distribución de agua en cada localidad. La aplicación del agua a los camellones se efectuó por el método de "guacaleo", empleando una calabaza para tomar y lanzar manualmente el agua. Durante el ciclo de cultivo se realizaron un total de 15 riegos, de acuerdo a la necesidad de agua en el suelo, con un intervalo promedio entre riego de cinco días como se muestra a continuación:

Intervalo en días entre un riego y otro

Riego #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Inicio del cultivo	4	5	8	8	5	5	4	3	3	8	5	4	6	5	5	Final del cultivo de ajo.

D. Fertilización

Se efectuaron dos fertilizaciones químicas al suelo, la primera a razón de 11 quintales por hectárea de triple 15 un mes después de la siembra y la segunda fertilización a los dos meses después de la siembra. No se consideró un análisis químico del suelo para la aplicación de fertilizantes si no que se tomó en cuenta la tecnología empleada por el agricultor.

E. Control de Plagas y Enfermedades

Se presentaron durante el ciclo de cultivo hongos del género Stemphylium y Rhizoctonia, los cuales se controlaron químicamente mediante el empleo de los fungicidas Daconil y Silvacur. El Daconil se aplicó a razón de 3.4 litros por hectárea (75 cc por bomba de 4 galones); el Silvacur se aplicó a razón de 0.4 litros por hectárea, con una frecuencia de aplicación de 8 días desde que se presentaron los primeros síntomas causados por los hongos mencionados anteriormente.

F. Control de Malezas

Se realizaron dos limpiezas manuales de las malezas en la parcela testigo de cada una de las comunidades en estudio, en la parcela con solarizado solo se efectuó una limpieza de malezas manualmente.

6.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información necesaria para la presente evaluación y su posterior análisis se enmarca en tres grandes componentes de acuerdo a los objetivos planteados: Eficiencia, Rentabilidad y Aceptabilidad. La metodología empleada para recabar dicha información se plantea a continuación.

6.3.1 TOMA DE DATOS PARA ANALIZAR EFICIENCIA DEL SOLARIZADO

Al momento de la cosecha del ajo, en el mes de marzo del año 2,000, se utilizó el procedimiento siguiente para recabar la información del rendimiento en kilogramos por hectárea de ajo para cada uno de los tratamientos evaluados en cada una de las cinco comunidades.

- a. Se cosechó el ajo (ajo seco) en cada una de las 5 comunidades, se prepararon dos apilados en cada comunidad, uno con el ajo procedente del tratamiento con solarizado y otro con el ajo de la parcela testigo.
- b. Se clasificó el ajo según su diámetro, en clases diamétricas de la 1(diámetro 4.60 cm), 2(diámetro 3.50), 3(diámetro 3.00), 4(2.90) y la clase de ajo tipo molinillo (dientes sueltos), que es un ajo que presenta malformaciones y se desintegran los dientes del bulbo. Cada clase se amarró en manojos que constan de 60 cabezas cada uno.
- c. Se obtuvo el peso promedio en kilogramos de cada clase diamétrica, pesando 15 manojos al azar; también se registró el precio vigente por clase al momento de la venta en mercado regional.
- d. Se calculó la sumatoria de el rendimiento de ajo en kilogramos según la clase diamétrica, obteniendo así el rendimiento por unidad experimental (220.5 m²), por tratamiento de cada una de las cinco comunidades donde se montó el ensayo.
- e. Se realizaron las conversiones correspondientes $[(X \text{ peso Kg} * 10,000 \text{ m}^2) / (220.50 \text{ m}^2)]$ para obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea.

6.3.2 TOMA DE DATOS PARA ANALIZAR LA TASA MARGINAL DE RETORNO Y LA RENTABILIDAD

Desde el inicio de la fase de campo en septiembre de 1,999, se fueron anotando todos los gastos en que se incurrió durante el proceso de producción de ajo en cada una de las cinco comunidades evaluadas. Los aportes económicos a la producción se clasificaron como costos fijos y costos variables y los renglones asignados a cada uno.

6.3.3 TOMA DE DATOS PARA ANALIZAR LA ACEPTABILIDAD DE LA TÉCNICA DE SOLARIZADO

Para medir la aceptabilidad de la técnica de solarizado, se estableció contacto y se informó sobre la presente investigación a las instituciones crediticias (Cooperativa de Ahorro y Crédito "La Encarnación" R.L., y BANRURAL); instituciones de transferencia de tecnología y capacitación (Programa de Pequeños Productores de Huehuetenango); y los comités de agricultores de cada una de las 5 comunidades donde se instaló el ensayo. El objetivo fue establecer las fechas de presentación del proyecto con todos los agricultores de las comunidades bajo estudio y que se dedican al cultivo del ajo. La presentación del proyecto en cada comunidad se realizó en las

siguientes fechas:

COMUNIDAD	FECHA
Petzal	1/Septiembre/1999
La Barranca	1/Septiembre/1999
Cantón Aguacatán	2/Septiembre/1999
Río San Juan	5/Septiembre/1999
Río Blanco Chiquito	5/Septiembre/1999

Según las fechas indicadas se procedió a reunir a los agricultores de cada comunidad para realizar la presentación del proyecto. En la presentación del proyecto se informó sobre los siguientes aspectos:

- a. Producción actual de ajo (1,997-1,998), versus años anteriores.
- b. Problemática de fitopatógenos relacionados con el rendimiento del ajo.
- c. La técnica de solarizado para el control de fitopatógenos del suelo.
 - En que consiste.
 - Como adquirir el nylon.
 - Como se coloca el nylon en el suelo.
 - Cuanto tiempo dura el nylon en el suelo.
 - Como se libera el suelo del solarizado.
 - Que manejo se da al ajo.
 - Cosecha y clasificación.
 - Como calcular los costos y ganancias, usando solarizado y producción tradicional.
 - Adicionalmente a ello se seleccionó el terreno en cada comunidad donde se instaló el ensayo.
- d. Información y consenso sobre las fechas para realizar las prácticas de campo.
 - Para el análisis de costos y ganancias se realizó una sola reunión con representantes de las comunidades participantes; dicha reunión se celebró en el salón del Instituto por Cooperativa de la cabecera municipal de Aguacatán.

El día de la presentación del proyecto se entregó una boleta a cada agricultor, para que la conteste conforme se vayan dando las prácticas de campo. La principal característica de la boleta es que consta de dos salidas tipo binario, las salidas son sí o no; este tipo de salida permitió hacer una prueba estadística de aceptabilidad. El formato de la boleta se presenta en el Cuadro 6.2

Cuadro 6.2 Formato de la boleta de encuesta:

PREGUNTA	SI	NO
Para usted es fácil colocar el solarizado		
El tiempo de solarizado es mucho		
Es fácil remover el solarizado		
La parcela con solarizado se ve mejor que la que no se le aplicó.		
La parcela con solarizado dio mas ajos y de mejor calidad		
Hay mas ganancia (tomando en cuenta los costos) con el solarizado		
Cree que la técnica de solarizado ayuda al control de bichos del suelo		
Usará la técnica de solarizado en septiembre del año 2,000		
Desea un manual sencillo que explique el empleo del solarizado.		

6.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO

Los datos de rendimiento en kilogramos por hectárea de ajo fueron procesados de acuerdo a la prueba de student tomando de base los datos de las parcelas apareadas en cada una de las cinco comunidades. Es decir se compararon las medias del tratamiento y el testigo haciendo una prueba de significancia al 0.01 %.

6.4.2 ANÁLISIS DE LA TMR Y LA RENTABILIDAD

Para obtener la Tasa Marginal de Retorno se realizó un análisis de dominancia y luego el análisis marginal de la siguiente manera:

Análisis de Dominancia: Se ordenaron descendientemente las 2 alternativas de acuerdo a su beneficio neto (BN) con su correspondiente costo variable (CV), las dos alternativas resultaron ser no dominadas por lo que se utilizaron en el análisis marginal.

Análisis Marginal: Los beneficios netos de las 2 alternativas no dominadas se colocaron descendientemente con su correspondiente costo variable y luego se calcularon los incrementos tanto en beneficio neto (IBN) como en costo variable (ICV), resultantes de pasar de una alternativa (testigo) a otra (solarizado), y finalmente la Tasa Marginal de Retorno definida por la ecuación $TMR = IBN/ICV$.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

El solarizado se colocó en el mes de septiembre de 1,999, la siembra se realizó para ambos tratamientos (solarizado y testigo) en noviembre del mismo año y se cosechó en el mes de marzo del año 2,000.

7.1 RENDIMIENTO GLOBAL DE AJO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA

7.1.1 ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE STUDENT

El cuadro 7.1 presenta el resultado del análisis estadístico por el método de student para las parcelas apareadas con solarizado y testigo.

Cuadro 7.1 Resultados del análisis por el método de student del rendimiento en kilogramos por hectárea de ajo en 5 comunidades de Aguacatán, Huehuetenango.

FUENTE	VALOR	HIPOTESIS
D=	3,747.2480	Ho Md = 0 Ha Md ≠ 0
Sd=	269.9081	
"t" Calculada	*13.8834	
"t _{01 (4)} " tabulada	4.604	
RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA		
SOLARIZADO	TESTIGO	DIFERENCIA
10,310.53	6,536.28	3,747.25
PORCENTAJE RELATIVO	157.10 %	

Se aprecia que sí existe una diferencia significativa al uno por ciento en el rendimiento de ajo entre utilizar solarizado al suelo por ocho semanas y no usarlo, siendo más ventajoso cubrir el suelo por ocho semanas antes de la siembra con plástico transparente.

Al utilizar la técnica de solarizado al suelo, el rendimiento supera al testigo en 3,747.24 kilogramos por hectárea de ajo, es decir que usando ésta técnica se obtiene un 57.10 por ciento más de ajo que si se prescinde de ella.

A nivel de campo, al momento de la cosecha se pudo observar que donde se estableció el solarizado durante 8 semanas previo a la siembra de ajo, hubo un mayor desarrollo de la planta, con mejor apariencia y se obtuvo más ajos de primera clase.

Por otro se rechaza la hipótesis nula planteada y se acepta la hipótesis alternativa, puesto que el riesgo de error de rechazar esta información como valedera tiene una probabilidad menor al uno por ciento.

7.1.2 RENDIMIENTO POR CLASES DIAMÉTRICAS DE AJO

La Figura 7.1 presenta el rendimiento de ajo por clase diamétricas para cada uno de los tratamientos (solarizado a 8 semanas y testigo); en la parte inferior de la figura se presentan los valores que corresponden a cada clase diamétrica por tratamiento.

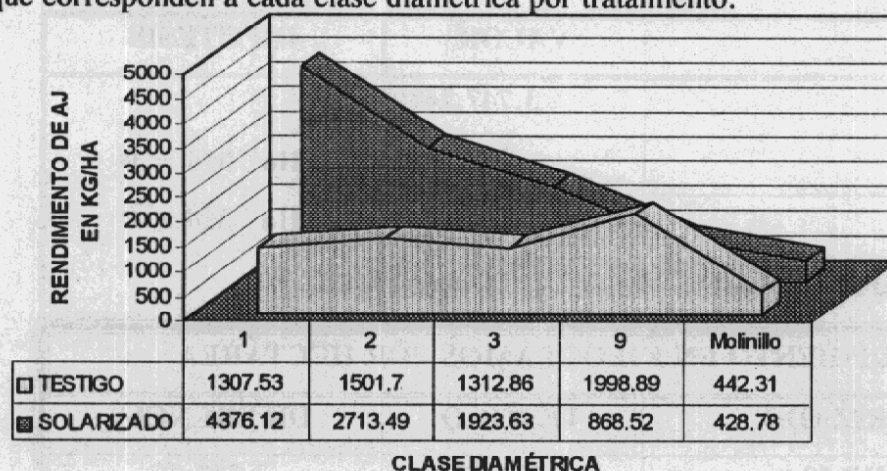


Figura 7.1 Rendimiento promedio de ajo por clases diamétricas, obtenido empleando solarizado al suelo y prescindiendo de su uso (testigo) en el municipio de Aguacatán (media de 5 comunidades evaluadas), Huehuetenango.

Se observó que el rendimiento por clase diamétrica de ajo utilizando solarizado a 8 semanas tiene un sentido decreciente de la clase 1 (4376.12 Kg/ha) hasta la clase tipo molinillo (428.78 Kg/ha); es decir que se obtuvo más ajo de la clase 1 que de la clase 2, de la clase 3 más que de la 9 y de la clase 9 más que de la tipo molinillo. Al cultivar ajo sin utilizar solarizado al suelo durante 8 semanas previo a la siembra de éste se obtuvo un rendimiento creciente por clase diamétrica, por ejemplo de la clase 1 se cosecharon 1,307.53 Kg/ha y de la clase nueve 1,988.89 Kg/ha.

De la clase tipo molinillo, para ambos tratamientos (solarizado y testigo), se obtuvieron similares rendimiento 428.78 y 442.31 Kg/ha respectivamente, siendo siempre menor el rendimiento de la clase tipo molinillo; pero en todo caso en el solarizado representó el 4.16 % mientras que en el testigo representa el 6.76 % de la producción total.

Considerando el precio de venta de ajo de cada clase diamétrica, es ventajoso obtener mayores rendimientos en las primeras dos clases diamétricas (precio de venta clase 1 = Q. 15.00/manejo clase 2 = Q. 9.00/manejo); en tal sentido emplear solarizado durante 8 semanas previo a la siembra de ajo, puede redundar en mejores beneficios económicos.

Para tener una idea más clara del incremento porcentual del rendimiento por clase diamétrica del solarizado a 8 semanas respecto al testigo, se presenta la Figura 7.2, la cual se obtuvo considerando el incremento total del rendimiento del solarizado a 8 semanas como un 100 por ciento y la diferencia del rendimiento entre solarizado a 8 semanas y testigo por cada clase diamétrica como componente de ése 100 por ciento.

En la Figura 7.2 se aprecia que utilizando solarizado durante 8 semanas previo a la siembra de ajo, se obtiene más ajo de las clases 1, 2 y 3 que si no se utiliza solarizado; también se observa que el testigo produce más ajo de la clase 9 y tipo molinillo que utilizando solarizado durante 8 semanas previo a la siembra.

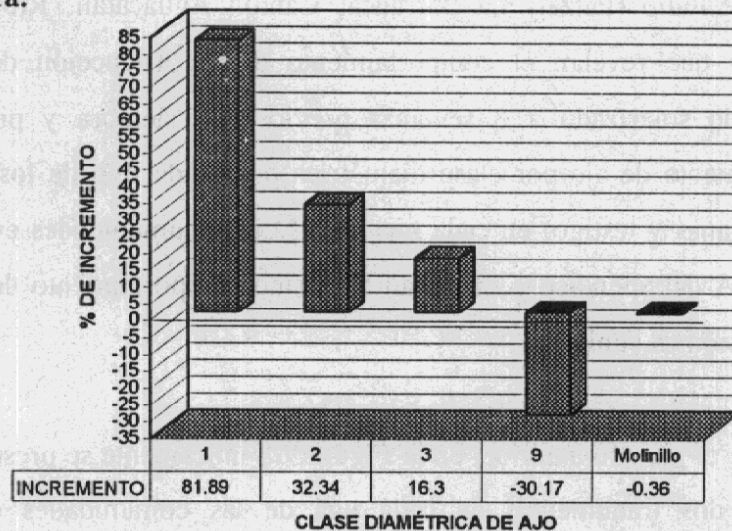


Figura 7.2 Incremento porcentual promedio de ajo por clases diamétricas, del solarizado a 8 semanas, respecto al testigo en el municipio de Aguacatán (media de 5 comunidades evaluadas), Huehuetenango.

Utilizando solarizado durante 8 semanas previo a la siembra de ajo, se obtiene un 81.89 por ciento más de ajo de la clase diamétrica 1 que si no se utiliza, de la clase diamétrica 2 un 32.34 % y de la clase diamétrica 3 un 16.3 %; en general se puede decir que al utilizar solarizado durante 8 semanas previo a la siembra se obtienen ajos de mayor diámetro, por los cuales se obtienen mejores precios en el mercado. Además esto significa que el solarizado ejerció un adecuado control de los fitoparásitos del suelo, permitiendo que el bulbo desarrollara de una mejor manera sus funciones fisiológicas de crecimiento y desarrollo.

De la misma manera, al presentarse mas libremente los fitoparásitos del suelo al no utilizar solarizado previo a la siembra de ajo, se obtuvieron más ajos de un diámetro menor los cuales se clasificaron en la clase 9 del testigo; la clase diamétrica 9 del testigo presentó un 30.70 por ciento más de rendimiento que utilizando solarizado durante 8 semanas previo a la siembra.

En general, utilizar solarizado durante 8 semanas previo a la siembra de ajo, permite obtener plantas que presentan un mejor desarrollo, lo cual se manifiesta en el vigor de éstas al proporcionar un 81.89 % más de ajos de primera clase y a la vez se reduce en un 30.17 por ciento los ajos de la clase 9, respecto a el rendimiento obtenido en el testigo.

Los datos analizados a partir de las Figuras 7.1 y 7.2 provienen de la media obtenida de las cinco comunidades bajo estudio (Petzal, La Barranca, Cantón Aguacatán, Río San Juan, Río Blanco Chiquito), es decir que revelan el comportamiento de la producción de ajo para el valle de Aguacatán utilizando solarizado a 8 semanas previo a la siembra y prescindiendo de su uso (testigo). El rendimiento de ajo por clase diamétrica para cada uno de los tratamientos evaluados (solarizado a 8 semanas y testigo) en cada una de las cinco comunidades evaluadas, se presenta en los cuadros 1A a 5A del apéndice y muestran el mismo comportamiento de las Figuras 7.1 y 7.2, por lo que su discusión es similar.

Por lo expresado en el párrafo anterior, en la Figura 7.3 únicamente se presenta el rendimiento total obtenido bajo los dos tratamientos en cada una de las comunidades evaluadas del valle de Aguacatán.

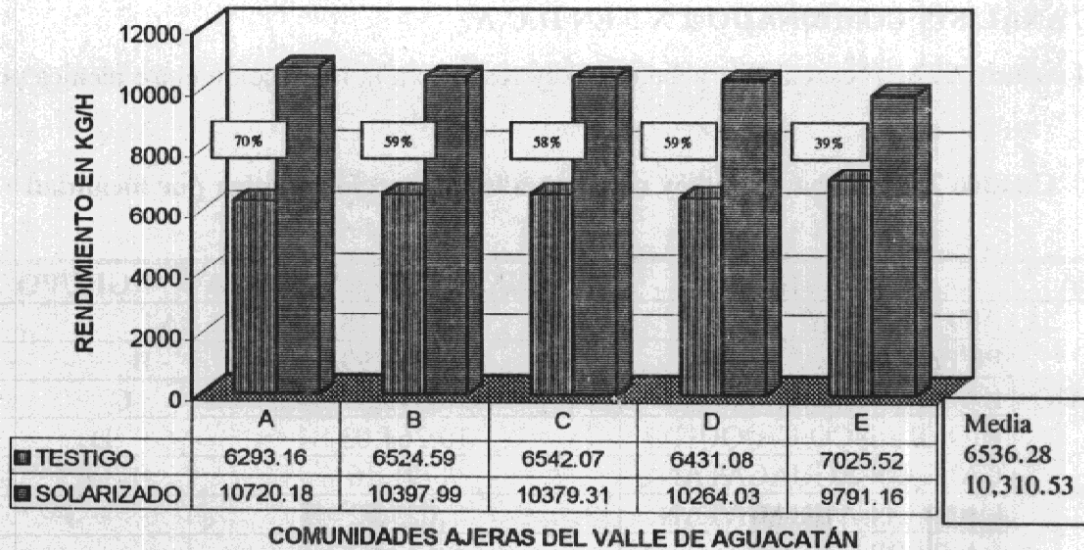


Figura 7.3 Rendimiento de ajo en Kg/ha del testigo y el solarizado obtenido en cada una de las cinco comunidades evaluadas en el valle de Aguacatán.

Se observa que en todas las comunidades ajeras del valle de Aguacatán evaluadas, al utilizar solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del ajo se obtiene un mayor rendimiento de ajo que si no se utiliza solarizado. Utilizando solarizado al suelo, la comunidad que presentó un mayor rendimiento de ajo fue Río San Juan (10,720.18 Kg/ha, obteniendo un 70% más de rendimiento que el testigo y la comunidad que presentó menor rendimiento de ajo fue el Cantón Aguacatán (9,791.16 Kg/ha), presentando un rendimiento superior al testigo de un 39%.

El promedio de rendimiento de ajo para el valle de Aguacatán fue de 10,310.53 Kg/ha y el rendimiento obtenido en Cantón Aguacatán es menor que ésta media en 519.37 Kg/ha para el tratamiento de solarizado a 8 semanas, también en Cantón Aguacatán es donde se obtuvo el mayor rendimiento de ajo sin utilizar solarizado (7,025.52 Kg/ha); el bajo rendimiento de ajo utilizando solarizado a 8 semanas previo a la siembra se debe a la presencia del hongo *Peronospora destructor* en la parte aérea de la planta de ajo, lo cual se puede apreciar en el dictamen 6-2000 del Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

7.2 PRUEBA DE TUKEY RESPECTO A LA INTERACCIÓN TÉCNICA POR LOCALIDAD DEL ANÁLISIS COMBINADO 2 X 5 EN D.C.A.

En el cuadro 7.2 se presenta la prueba de tukey respecto a la interacción entre técnica por localidad.

Cuadro 7.2 Prueba de Tukey respecto a la interacción técnica por localidad

TÉCNICA	LOCALIDAD	RENDIMIENTO EN KG/HA	GRUPO TUKEY
SOLARIZADO	RÍO SAN JUAN	10,720.18	A
	PETZAL	10,397.99	B
	LA BARRANCA	10,379.31	C
	RÍO BLANCO CHIQUITO	10,264.03	D
	CANTÓN AGUACATÁN	9,791.16	E
TESTIGO	CANTÓN AGUACATÁN	7,025.52	F
	LA BARRANCA	6,542.07	G
	PETZAL	6,524.59	H
	RÍO BLANCO CHIQUITO	6431.08	I
	RÍO SAN JUAN	6293.16	J

Comparador "W" = 16.939

Se puede notar que utilizando solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del ajo, en las cinco localidades bajo estudio, conforman un grupo con rendimientos superiores altamente significativos (rendimientos desde 9,791.16 a 10,720.18 Kg/ha) respecto al mismo grupo de comunidades cultivando ajo sin hacer uso del solarizado (cuyo rango se ubica de 6,293.16 a 7,025.52 Kg/ha).

Al comparar el grupo de comunidades tomando en cuenta su rendimiento en Kg/ha de acuerdo a la técnica utilizada, todos los rendimientos se comportaron en forma diferente, lo que se evidencia en el cuadro por las letras del grupo tukey, de la "A" a la "J", cuando teóricamente esperaríamos contar con dos grupos presentando rendimientos estadísticamente iguales respecto a una misma técnica en diferentes localidades y estadísticamente diferentes respecto a una misma localidad con diferente técnica. Este comportamiento evidencia entonces que las localidades presentan variantes sobre las técnicas debido principalmente a factores que no fueron tomados en cuenta como condiciones físico-químicas del suelo, niveles de incidencia de patógenos, contaminación por residuos químicos, factores ambientales, suelos agotados.

En todo caso si bien la técnica del solarizado es eficiente, debe evaluarse en cada comunidad de manera que se pueda encontrar el factor limitante que se interpone a la eficiencia del solarizado.

7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

7.3.1 TASA MARGINAL DE RETORNO

El Cuadro 7.3 muestra el análisis de dominancia realizado para los tratamientos solarizado y testigo, presenta los costos que varían, beneficio neto y tipo de dominancia para cada tratamiento.

A. Análisis de Dominancia

Cuadro 7.3 Resultado del análisis de dominancia para los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTO	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIO NETO	DOMINANCIA
TESTIGO	Q. 2,599.57	Q. 20,401.79	ND
SOLARIZADO	Q. 13,295.47	Q. 37,134.47	ND

Se puede apreciar que los dos tratamientos (testigo y solarizado) son alternativas no dominadas, es decir que al invertir más quetzales de pasar de la tecnología del agricultor (sin solarizado) a la tecnología empleando solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del ajo, también se obtienen mayores beneficios netos; por lo tanto ambos tratamientos se utilizarán para obtener la tasa marginal de retorno.

El Cuadro 7.4 presenta los resultados de la tasa marginal de retorno.

B. Tasa Marginal de Retorno

Cuadro 7.4 Tasa Marginal de Retorno

TRATAMIENTO	C.Q.V.	C.M.	B.N.	B.N.M	TMR	TMR%
TESTIGO	Q.2,599.57		Q. 20,401.79			
SOLARIZADO	Q. 13,295.47	Q.10,695.89	Q. 37,134.47	Q.16,732.68	Q. 1.5644	Q. 156.44

Se aprecia que si se desea emplear solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del ajo en lugar de emplear la tecnología del agricultor (sin solarizado), por cada quetzal adicional que se invierta en solarizado, se recuperará ese quetzal y Q. 1.56 quetzales más; dicho de otra manera, por

cada Q.100.00 adicionales que se inviertan para poder emplear el solarizado se obtendrán esos Q.100.00 más un beneficio de Q. 156.44.

7.3.2 RELACIÓN BENEFICIO COSTO Y RENTABILIDAD

El Cuadro 7.5 presenta la relación beneficio costo y la rentabilidad que se obtiene al cultivar ajo empleando la técnica de solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del ajo y al cultivarlo con la tecnología del agricultor.

Cuadro 7.5 Relación Beneficio/Costo y Rentabilidad para cada uno de los tratamientos evaluados (solarizado y testigo) en el valle de Aguacatán, Huehuetenango.

TRATAMIENTO	COSTOS TOTALES	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	BENEFICIO/COSTO	RENTABILIDAD
SOLARIZADO	Q. 40,415.69	Q. 50,429.94	Q. 10,014.25	Q. 1.24	24.77 %
TESTIGO	Q. 29,719.80	Q. 23,001.36	Q. - 6,718.44	Q. 0.77	- 22.60 %

Para el testigo (sin solarizado) la relación beneficio/costo = 0.77 indica que por cada quetzal invertido en cultivar ajo se tiene una pérdida de 23 centavos, es decir que no se recupera el quetzal invertido, sino al contrario éste quetzal no se recupera sino que se pierden 23 centavos; también se aprecia en el testigo que la rentabilidad es negativa o mejor dicho no es rentable cultivar ajo en el valle de Aguacatán bajo las condiciones que actualmente lo hace el agricultor.

Al emplear cobertura plástica al suelo durante 8 semanas previo a la siembra del ajo, según se muestra en el cuadro 7.5 el cultivo de ajo resulta rentable, pues por cada 100 quetzales invertidos se obtienen Q. 24.77 quetzales de ganancia.

7.4 ACEPTABILIDAD DE LA TÉCNICA DE SOLARIZADO

En la Figura 7.4 se muestran los resultados de la encuesta realizada a los agricultores del área bajo estudio respecto al empleo de la técnica del solarizado como práctica cultural de cultivo para el control de nemátodos.

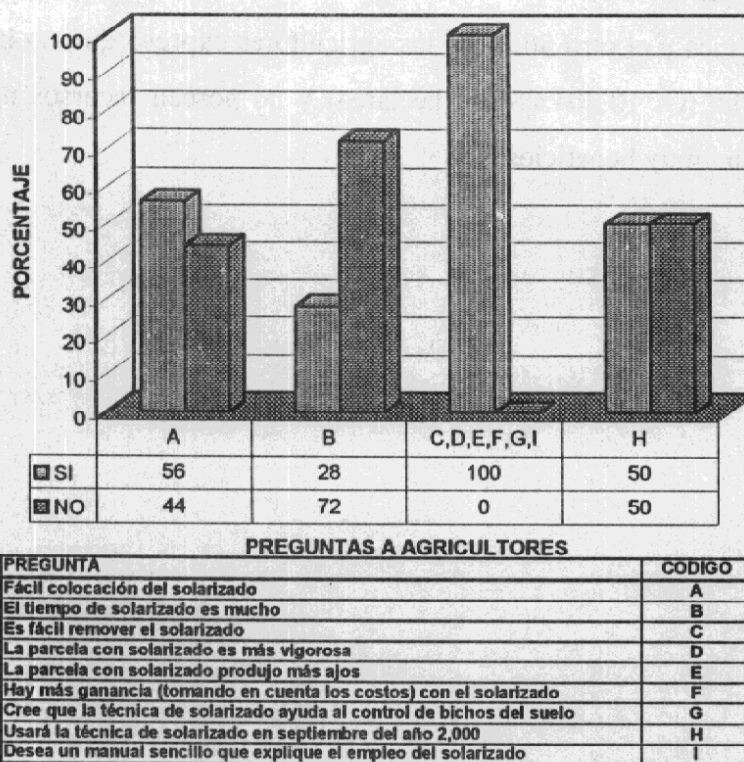


Figura 7.4 Respuesta de los agricultores participantes (48 en total por las cinco comunidades), respecto al empleo de la técnica de solarizado en la producción de ajo.

Cuando fue presentado el proyecto de investigación de la técnica de solarizado a agricultores de las comunidades del valle de Aguacatán, Petzal, La Barranca, Cantón Aguacatán, Río San Juan, y Río Blanco Chiquito durante la primera semana del mes de septiembre de 1,999 se les entregó una boleta para que la contestaran según se fueron dando las prácticas de campo hasta el momento de la cosecha y análisis económico de rentabilidad; los resultados de dicha encuesta se presentan en la figura 7.4.

El 100 % de los agricultores apreció que las plantas de ajo en la parcela con solarizado son más vigorosas, que produjo más ajos, que ayuda a controlar los “bichos” del suelo, que se obtiene más

ganancias empleando solarizado al suelo durante 8 semanas previo a la siembra de ajo y que además desean que se les facilite un manual que explique de manera fácil y con figuras como colocar el nylon para solarizado, además el costo del nylon ecocontrol, y donde poder adquirirlo.

Respecto a la pregunta primordial y que constituye la base de este estudio en su tercer objetivo, de que si adoptarán la técnica de solarizado en sus próximas plantaciones de ajo, el 50 por ciento afirmó adoptar dicha técnica y el otro 50 % de los agricultores expresó que no la utilizarían porque la inversión inicial es alta (Q. 10,204.08 por hectárea) y no poseen recursos para poder aplicarla aunque los resultados sean muy beneficiosos.

8. CONCLUSIONES

1. Utilizar solarizado durante 8 semanas previo a la siembra del cultivo de ajo en las comunidades del valle de Aguacatán que se estudiaron, ya que se incrementa la producción en un 57.10 por ciento.
2. Al emplear la técnica de solarizado se obtienen más ajos de la clase diamétrica 1 y 2, las cuales tienen un mejor precio de venta en el mercado.
3. Existen diferencias significativas entre las comunidades respecto a la eficiencia del solarizado manifestada en el rendimiento de ajo en kilogramos por hectárea.
4. Cultivar ajo sin utilizar solarizado en el valle de Aguacatán genera pérdidas, ya que por cada quetzal invertido en la producción se pierden 23 centavos.
5. Únicamente empleando solarizado durante 8 semanas previo a la siembra, el cultivo del ajo resulta rentable obteniendo Q.24.78 por cada 100 quetzales invertidos.
6. Los agricultores del valle de Aguacatán consideran que al emplear la técnica de solarizado se obtiene un mayor rendimiento, así como mayores ganancias.

9. RECOMENDACIONES

- 1. Utilizar solarizado de 8 semanas con película ecocontrol de 125 milésimas en el valle de Aguacatán para el cultivo del ajo.**
- 2. Evaluar el solarizado combinado con otras técnicas para poder encontrar el factor que lo limita en cada comunidad.**

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N 1996. Fitopatología. Trad. por Manuel Guzman Ortíz. 2 ed. México, UTEHA. 838 p.
2. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. ELMORE, C. 1995. Soil solarization, a non pesticidal method for controlling diseases, nematodes and weeds. *In* Taller Regional de Solarización del Suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 27-41.
4. FERNANDEZ, E. 1995. Solarización para el control de nemátodos fitopatógenos. *In* Taller Regional de Solarización del Suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 42-54.
5. FUNDACIÓN CENTROAMERICANA PARA EL DESARROLLO (Gua.). 1995. Diagnóstico del municipio de Aguacatán, Huehuetenango. Guatemala. 43 p.
6. GAITAN RAMOS, J.M. 1994. Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en el cultivo de arveja china (Pisum sativum L.) durante los meses de octubre, noviembre y diciembre en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 73 p.
7. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN. 1983. Cultivo del ajo (Allium sativum L.). Guatemala. DIGESA., Departamento de Divulgación Agrícola. 12 p.
8. GUTIÉRREZ DOMINGUEZ, M. 1,999. Diagnóstico de la presencia de nematodos fitoparásitos asociados al ajo (Allium sativum L.) en el Cantón Aguacatán, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala., Facultad de Agronomía. 55 p.
9. LABRADA, R. 1995. El desarrollo actual de la solarización del suelo. *In* Taller Regional de Solarización del suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 21-25.

10. LEON, M.S. de 1987. Diagnóstico de la producción y comercialización de ajo (Allium sativum) en Aguacatán, Huehuetenango. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
11. MUNRO, D. 1995. Condiciones necesarias para lograr la eficiencia en la técnica de desinfección solar del suelo (solarización). III Taller Regional de Solarización del Suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 55-59.
12. REYES CASTAÑEDA, P. 1982. Diseño y análisis de experimentos aplicados. México, Trillas. 349 p.
13. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
14. UNICEF; PLAN DE ACCIÓN DE DESARROLLO SOCIAL. 1994. Plan municipal de desarrollo social 1994-2000; Aguacatán, Huehuetenango. Guatemala. 37 p.
15. URÍZAR CARRASCOZA, H. 1996. Diagnóstico de la tecnología agrícola. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
16. US CONTRERAS, J. F. 1999. Estudio de la presencia e incidencia de hongos fitopatógenos asociados al cultivo del ajo en la aldea La Barranca, Aguacatán, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
17. VILLATORO PALACIOS, W.A. 1990. Evaluación de la tolerancia de tres variedades de ajo (Allium sativum L.) y de los controles físicos, químicos y agronómicos como alternativas para el manejo de Ditylenchus dipsaci. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente. 94 p.



Vo.Bo. Rolando Barrios.

11. APÉNDICE

Cuadro 1A

COMUNIDAD 1 "ALDEA PETZAL"											
SOLARIZADO						TESTIGO					
CLASE	Manojos	Peso/M. (Kg)	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total	CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total
1	2000.25	2.22	4400.555	Q 15.00	Q 30,003.75	1	544.21	2.22	1208.1462	15	8163.15
2	1715.52	1.63	2796.2976	Q 9.00	Q 15,439.68	2	907.3	1.63	1476.899	9	8165.7
3	1533.25	1.32	2023.89	Q 3.00	Q 4,569.75	3	952.88	1.32	1257.1416	3	2857.14
9	998.45	0.86	858.667	Q 0.75	Q 748.84	9	2675.73	0.78	2087.0694	0.75	2006.7975
Molinillo	217.64	1.28	278.5792	Q 2.50	Q 544.10	Molinillo	385.42	1.28	493.3376	2.5	963.55
TOTALES	6465.11		10397.9868		Q 51,336.12	TOTALES	5465.04		6524.5938		22156.3375

Cuadro 2A

COMUNIDAD 2 "ALDEA LA BARRANCA"											
SOLARIZADO						TESTIGO					
CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total	CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total
1	2098.34	2.22	4658.3148	Q 15.00	Q 31,475.10	1	615.36	2.22	1366.0962	15	8238.4
2	1897.87	1.63	2767.5281	Q 9.00	Q 15,260.83	2	895.42	1.63	1459.5348	9	8068.76
3	1457.19	1.32	1923.4908	Q 3.00	Q 4,371.57	3	987.42	1.32	1303.3944	3	2982.26
9	927.65	0.86	797.779	Q 0.75	Q 696.74	9	2525.64	0.78	1969.9562	0.75	1884.23
Molinillo	181.405896	1.28	232.189546	Q 2.50	Q 453.51	Molinillo	346.13	1.28	443.0464	2.5	625.325
TOTALES	6362.4559		10379.3122		Q 52,276.75	TOTALES	5369.97		6542.0738		23010.995

Cuadro 3A

COMUNIDAD 3 "CANTÓN AGUACATÁN"											
SOLARIZADO						TESTIGO					
CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total	CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total
1	1850.92	2.22	4118.0792	Q 15.00	Q 27,769.80	1	598.64	2.22	1322.9264	15	8078.6
2	1498.59864	1.63	2439.85578	Q 9.00	Q 13,469.39	2	935.41	1.63	1524.7133	9	8418.80
3	1268.84127	1.32	1686.86889	Q 3.00	Q 3,809.52	3	1179.14	1.32	1568.2562	3	3637.42
9	1061.41	0.84	841.1844	Q 0.75	Q 751.06	9	2852.56	0.78	2088.0124	0.75	1884.435
Molinillo	498.866213	1.28	638.548763	Q 2.50	Q 1,247.17	Molinillo	398.91	1.28	510.8048	2.5	997.275
TOTALES	6117.63672		9791.15702		Q 47,040.93	TOTALES	5764.68		7025.5181		23822.42

Cuadro 4A

COMUNIDAD 4 "ALDEA RÍO SAN JUAN"											
SOLARIZADO						TESTIGO					
CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total	CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total
1	2040.31633	2.24	4571.42657	Q 15.00	Q 30,612.24	1	803.25	2.2	1327.15	15	9048.75
2	1678.00454	1.64	2751.92744	Q 9.00	Q 15,102.04	2	917.48	1.6	1467.888	9	8287.32
3	1461.24717	1.3	1899.62132	Q 3.00	Q 4,353.74	3	877.51	1.28	1123.2128	3	2852.63
9	1088.43537	0.85	925.170069	Q 0.75	Q 816.33	9	2526.87	0.79	1996.2273	0.75	1885.425
Molinillo	453.514739	1.29	585.034014	Q 2.50	Q 1,133.73	Molinillo	296.75	1.29	378.6984	2.5	736.48
TOTALES	6712.01814		10720.1814		Q 52,018.14	TOTALES	5220.89		6283.1565		22573.265

Cuadro 5A

COMUNIDAD 5 "RÍO BLANCO CHIGUITO"											
SOLARIZADO						TESTIGO					
CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total	CLASE	Manojos	Peso/Manejo	Peso/Clase	Precio/Clase	Precio Total
1	1814.05896	2.22	4027.21088	Q 15.00	Q 27,210.88	1	583.32	2.2	1283.304	15	8748.0
2	1768.70748	1.59	2812.2449	Q 9.00	Q 15,918.37	2	998.34	1.58	1577.3772	9	8088.24
3	1587.30159	1.32	2095.2381	Q 3.00	Q 4,761.90	3	1025.24	1.28	1312.3072	3	3076.72
9	1057.25	0.87	918.8075	Q 0.75	Q 792.94	9	2340.18	0.8	1872.144	0.75	1788.135
Molinillo	317.460317	1.29	409.52381	Q 2.50	Q 793.65	Molinillo	311.26	1.24	385.96	2.5	778.125
TOTALES	6544.77834		10284.0262		Q 49,477.74	TOTALES	5258.33		6431.0624		23395.84

Cuadro 6 A Costos de materiales e insumos utilizados en la producción de ajo.

COSTOS FIJOS	SOLARIZADO	TESTIGO	COSTOS VARIABLES	SOLARIZADO	TESTIGO
Picado del rastrojo	170.06	170.06	Amarrado de manojos	515.2319761	433.26256
Erterrado de rastrojo	680.27	680.27	Clasificación	2576.15988	2166.3128
Arado con bueyes	1133.78	1133.78	Colocación plástico Jornales	4535.147392	0
Picado de esquinas	170.06	170.06	Caña de carrizo		0
Rayado del suelo	340.13	340.13	Nylon	5668.93	0
Semilla	6802.72	6802.72	SUMA COSTOS VARIABLE	13295.46925	2599.57536
Siembra	2721.08	2721.08			
Jornales	4784.58	4784.58			
Cosecha	1020.4	1020.4			
PESTICIDAS					
Oaconil	3174.7	3174.7			
Silvacur	1814.05	1814.05			
Thiodán	907.03	907.03			
Fertilizante	3401.36	3401.36			
SUM COSTOS FIJOS	27120.22	27120.22			
	SOLARIZADO	TESTIGO			
COSTOS FIJOS	Q 27,120.22	Q 27,120.22			
COSTOS VARIABLES	Q 13,295.47	Q 2,599.58			
COSTOS TOTALES	Q 40,415.69	Q 29,719.80			
BENEFICIOS BRUTOS	Q 60,428.84	Q 23,001.36			
UTILIDAD	Q 10,014.25	Q (6,718.44)			

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN DISEÑOS COMPLETAMENTE AL AZAR
COMBINADO 2 X 5**

**1. ANÁLISIS PARA D.C.A. PARA CADA UNA DE LAS COMUNIDADES BAJO ESTUDIO
RESPECTO A LA TÉCNICA (SOLARIZADO Y TESTIGO)**

Cuadro 7A

ANDEVA PARA PETZAL

F.V.	G.L.	S.C.	VARIANZA	F	F05	F01
TÉCNICA	1	45009605.2	45009605.2	847011.738	4.96	10.04
ERROR	10	531.392933	53.1392933			
TOTAL	11	45010136.6				

Cuadro 8A

ANDEVA PARA LA BARRANCA

F.V.	G.L.	S.C.	VARIANZA	F	F05	F01
TÉCNICA	1	44173155.7	44173155.7	520997.261	4.96	10.04
ERROR	10	847.857733	84.7857733			
TOTAL	11	44174003.6				

Cuadro 9A

ANDEVA PARA CANTON AGUACATAN

F.V.	G.L.	S.C.	VARIANZA	F	F05	F01
TÉCNICA	1	22946238.5	22946238.5	317434.266	4.96	10.04
ERROR	10	722.865833	72.2865833			
TOTAL	11	22946961.4				

Cuadro 10A

ANDEVA PARA RIO SAN JUAN

F.V.	G.L.	S.C.	VARIANZA	F	F05	F01
TECNICA	1	58795606.8	58795606.8	1669866.1	4.96	10.04
ERROR	10	352.097733	35.2097733			
TOTAL	11	58795958.9				

Cuadro 11A

ANDEVA PARA RIO BLANCO CHIQUITO

F.V.	G.L.	S.C.	VARIANZA	F	F05	F01
TECNICA	1	44074363.8	44074363.8	1044962.37	4.96	10.04
ERROR	10	421.779433	42.1779433			
TOTAL	11	44074785.6				

2. ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO 2 X 5

Cuadro 12A

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F05	F01
TECNICA	1	210633859	210633859	99999.9 **	4.08	7.31
LOCALIDAD	4	178278.2	44569.6	789.73 **	2.61	3.83
TEC X LOC	4	4370437.6	1092609.4	19359.92 **	2.61	3.83
ERROR	50	2821.8	56.4			



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL SOLARIZADO EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AJO EN CINCO ALDEAS DE AGUACATAN, HUEHUETENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: VALENTIN RODRIGUEZ ALCON

CARNET No: 8310055

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada
Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz
Lic. Jorge A. Solís González

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. ~~Gustavo Adolfo~~ Alvarez Valenzuela
A S E S O R


Dr. Ariel Abderrahmán Ortíz López

DIRECTOR DEL IIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



cc: Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prz.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL/FAX (502) 470-9794

e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>